



DISEÑO DE UNA OPTIMA MEZCLA DE PRODUCTOS PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA VIDAPLAST S.A. APLICANDO LA TEORIA DE RESTRICCIONES

JULIO CESAR RAMIREZ SARMIENTO

**DIPLOMADO EN ADMINISTRACION
DE OPERACIONES**

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Santa Marta, D.H.T.C., Septiembre de 2009

Módulo I. Información General del Proyecto

Título del proyecto	DISEÑO DE UNA OPTIMA MEZCLA DE PRODUCTOS PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA VIDAPLAST S.A. APLICANDO LA TEORIA DE RESTRICCIONES			
Nombre del Estudiante	JULIO CESAR RAMIREZ SARMIENTO			
Área o Línea de investigación	TEORIA DE RESTRICCIONES			
Lugar de ejecución del proyecto	Ciudad	CIENAGA	Departamento	MAGDALENA

Módulo II. Descripción del Proyecto

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

VIDAPLAST S.A. es una compañía nueva, constituida por escritura pública No 4165 del 28 de septiembre del 2000 otorgada en la Notaría quinta de Barranquilla e inscrita en la Cámara de Comercio el día 11 de octubre del 2000. La actividad fundamental de VIDAPLAST S.A. es fabricar y comercializar preformas y envases plásticos de diferentes características y especificaciones. Actualmente, sus principales clientes los constituyen empresas que fabrican aceites comestibles, lubricantes, agua, combustibles y productos para el aseo del hogar, entre otros.

Desde sus inicios, VIDAPLAST S.A. ha mantenido continuamente el propósito de brindar cada día mejores productos a sus clientes.

VIDAPLAST S.A. se ha propuesto como meta conservar la certificación ISO 9001:2000. Para ello se ha trabajado en el diseño e implementación de la Política y Objetivos de Calidad, documentación de Procedimientos e Instructivos de Trabajo que van a permitir permanecer con dicha certificación, asegurando la calidad integral en la fabricación del producto.

La estructura de la organización es flexible permitiéndole atender a todos los clientes, con el objetivo de satisfacer sus necesidades y sobrepasar sus expectativas. A lo largo de los años de producción, la empresa ha adaptado su estructura organizacional a las exigencias del mercado, respondiendo siempre a los lineamientos establecidos en su “PLANEACIÓN ESTRATÉGICA”.

Pueden considerarse como antecedentes a esta investigación estudios realizados en diferentes partes del mundo en los que se involucran y aplican los temas que en ella se mencionan.

Como ejemplo se tiene un proyecto elaborado en México por LUISA FERNANDA GONZALEZ LAVERDE y BIBIANA ESTRADA BONILLA en la empresa LABORO S.A. en el cual se plantea lo siguiente: En la primera parte define el marco conceptual de la teoría de restricciones, presentando generalidades, conceptos de resolución de problemas e implicaciones financieras. En la segunda parte, se expone la situación actual mediante la descripción de los procesos críticos del sistema, la actuación del personal, la meta de la empresa, la definición y análisis de las unidades de medición y medidores operativos y por último, la asignación del tróput para algunos de sus productos actuales. En la tercera parte se entró a la generación de una propuesta de gestión, con la metodología TOC, encontrando una solución a las preguntas ¿Qué cambiar?, ¿Hacia qué cambiar? y ¿Cómo inducir el cambio? La propuesta de gestión, se enfoca hacia la explotación de cada uno de los pasos básicos que contiene la metodología, observando su aplicabilidad en una empresa de servicios y evidenciando el porqué los procesos de pensamiento y demás herramientas TOC, pueden ser utilizadas como vía de mejoramiento para el logro de la meta de LABORO S.A.

Los resultados de esta investigación se lograron mediante la resolución de 6 inyecciones para la empresa. Estas consisten en: mantener estadísticas de salud ocupacional para las empresas, investigar los índices de accidentalidad manejados por las ARP's, dar un enfoque más personalizado de los productos y seguimiento de los programas, hacer acuerdos en las contrataciones privadas, para el pago de los proyectos y definir indicadores que soporten la toma de decisiones en la empresa.

Otro caso en el que aplican teoría de restricciones en empresas lo muestran, en Colombia (Medellín 2008) Abraham José Abisambra Lemus y Luis Andelfo Mantilla Cuadros, cuando aplican teoría de restricciones a la planta de fundición de IMUSA, en el artículo citado los ingenieros plantean en palabras textuales lo siguiente: La planta de fundición de IMUSA S.A., al igual que muchas plantas productivas del sector metalmecánico que exportan sus productos, cuenta con procesos complejos y cambiantes. Además de ser flexible a las diferentes exigencias del mercado, debe estar preparada para una demanda constantemente variable. En este artículo se describe la situación actual de la planta de fundición y se expone una aplicación práctica para la reducción de inventarios, el mejoramiento del flujo de caja y de capital con la metodología de Teoría de Restricciones (TOC, por su sigla en inglés). Este artículo se convierte en una guía para las posibles mejoras que se pueden obtener en una planta, siguiendo los pasos de TOC y utilizando los recursos en el momento correcto. Este trabajo se basa en una planta en particular, pero las mejoras y cambios se pueden aplicar a cualquier sector industrial o de servicio.

Teniendo en cuenta que en los anteriores casos en los que se ha aplicado la teoría de restricciones, esta ha dado resultados satisfactorios, se decidió optar por la misma herramienta para el aumento de la rentabilidad de la empresa Vidaplast s.a.

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)¹

La Teoría de las Restricciones fue descrita por primera vez por Eliyahu Goldratt a principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. TOC es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa.

Los indicadores que se utilizan para saber si una empresa está ganando dinero, no se adaptan a las características de una planta industrial; por tal razón, Goldratt desarrolló unos parámetros que significan lo mismo en términos de meta:

- a)** Throughput
- b)** Inventarios
- c)** Gastos de Operación

¹ ELIYAHU GOLDRATT, LA META - UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA, 1993.

Throughput.- Es la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas.

Inventario.- Es todo el dinero invertido en comprar cosas que se espera vender o, que se tiene la posibilidad de vender aunque no sea su objetivo.

Gastos de Operación.- Es todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en throughput.

Proceso de Mejora Continua de TOC

Paso 1. - IDENTIFICAR las restricciones

Paso 2. - Decidir como EXPLOTAR las restricciones.

Paso 3. - SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior.

Paso 4. - ELEVAR las restricciones.

Paso 5. - Volver al Paso 1.

Este ciclo de cinco pasos cumple el objetivo en lo referente a la explotación económica de nuestras restricciones del tipo físico, pero para lograr la meta de "Más Utilidades Ahora y en el Futuro" es necesario tener una metodología para la solución de las restricciones políticas, que son las más comunes en cualquier tipo de empresa y son las que tienen un impacto estratégico en el corto, mediano y largo plazo.

DESCRIPCION DE CADA UNO DE LOS PASOS DE MEJORA CONTINUA TOC²

Paso 1: IDENTIFICAR las restricciones de la empresa.

Este paso es el más difícil ya que normalmente llamamos "restricción" a los síntomas de no usar correctamente nuestro sistema. En general sentimos que tenemos miles de restricciones: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks, etc.

² DESCRIPCION TEORIA DE RESTRICCIONES, ALBA LILIANA ZEA, 2000

La Teoría General de los Sistemas sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

Paso 2: Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones.

Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la Sociedad, etc.). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo vamos a utilizarlas, cómo vamos a explotarlas.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho:

En la abundante bibliografía sobre Investigación de Operaciones pueden encontrarse métodos y algoritmos que facilitan esta tarea. Se debe tener cuidado, sin embargo, de aplicar estos métodos sólo en las restricciones y no en todos los recursos.

Paso 3: SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior.

Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior. Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2.

Paso 4: ELEVAR las restricciones de la empresa.

Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones. Éste es el significado de ELEVAR.

Ejemplos de ELEVAR las restricciones del sistema son:

La compra de una nueva máquina similar a la restricción.

La contratación de más personas con las habilidades adecuadas

La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción

La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

Paso 5: Volver al Paso 1.

En cuanto se ha elevado una restricción debemos preguntarnos si ésta sigue siendo tal o si ahora existen otros recursos con menor capacidad. Debemos, entonces, volver al Paso 1, comenzando nuevamente el Proceso.

Es importante hacer aquí una advertencia: ¡CUIDADO CON LA INERCIA! En los pasos 1 a 3 hemos definido las reglas de funcionamiento de la empresa considerando las restricciones existentes en ese momento. Si las restricciones han cambiado se deberán modificar todas esas reglas. En esta época ya no quedan dudas de que toda organización, si quiere sobrevivir, debe embarcarse en un Proceso de Mejora Continua. La Mejora Continua NO ES GRATIS. El Proceso de Focalización propuesto por TOC está diseñado para ORIENTAR los esfuerzos de mejora de manera de conseguir el máximo impacto en cada momento de la vida del sistema.

1.2 JUSTIFICACION

La Meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida o permanente, y dentro de toda organización existen solamente algunos elementos que obstaculizan el logro de esta meta, estos son llamados: restricciones.³ Toda empresa posee restricciones, las cuales se pueden presentar de dos tipos:

- Políticas
- Físicas

³ TEORIA DE RESTRICCIONES COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA, JULIO FIALLOS SÁNCHEZ, ROSA RADA ALPRECHT, TESIS.

Generalmente los criterios de decisión administrativos son los que se convierten en restricciones para las organizaciones, ya que una manera inadecuada de proveer los bienes o servicios a los clientes puede verse reflejada en la permanencia y nivel de competitividad de la empresa en los exigentes mercados contemporáneos.

La teoría de restricciones nace como solución a los problemas de optimización de la producción. A través del tiempo ha evolucionado y se ha convertido en un modelo que expone alternativas que integran y mejoran todas las secciones de la organización, desde los principales procesos hasta los de menor relevancia. Fue expuesta por primera vez por Eliyahu Goldratt, a inicios de los ochenta, y desde entonces es ampliamente reconocida en la industria. Es un modelo que se fundamenta en el método causa y efecto para analizar lo que sucede en búsqueda de descubrir alternativas de mejora. Se centra en que todo proceso productivo se encuentra subordinado a la velocidad o capacidad del eslabón mas lento, si cada maquina trabajara independientemente a su máxima capacidad se producirían inventarios que aumentaría en un alto grado los costos de producción y estos a su vez el precio de venta del producto, alejándose así del umbral de la competitividad. La única opción para acelerar el proceso es a través de la aplicación de estrategias que aumenten la capacidad del elemento restrictivo.⁴

Vidaplast es una empresa que a pesar de ser rentable en la actualidad, en un futuro podría no generar las mismas utilidades que hasta al momento, razón por la que convendría aplicar una herramienta como la teoría de restricciones dentro de sus actividades, para mejorar los resultados que genera dicha empresa y aumentar el porcentaje de satisfacción del cliente o cumplimiento de la demanda.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las empresa de hoy en día, se encuentran sometidas a lo que se ha denominado internacionalmente como la globalización, razón por la que se sumergen en una lucha constante por no desaparecer y por ende permanecer en el mercado, lo cual conlleva a

⁴ LA META: UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA (3ª ED.), EDITORIAL DIAZ DE SANTOS, 2005.

tener organizaciones mucho más competitivas y posicionadas en el entorno en el que se desempeñan.

La empresa Vidaplast s.a., es una empresa económicamente rentable en la actualidad, pero que se esta viendo afectada por insatisfacciones generadas en sus clientes, debido a la estrategia que utiliza para despachar sus pedidos (PEPS: primeros en entrar, primeros en salir), lo cual genera que al final del periodo (mes) queden algunos pedidos sin entregar y por lo tanto insatisfacción y posible perdida de los clientes; razón por la que se ha decidido implementar una mezcla optima de productos, basados en la teoría de restricciones y contabilidad del trput, que permita a la planta trabajar a la máxima capacidad de su recurso limitante (o cuello de botella⁵).

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL:

- ✓ Diseñar una optima mezcla de productos para aumentar la rentabilidad de la empresa Vidaplast s.a. aplicando la teoría de restricciones

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Analizar los métodos utilizados por la empresa Vidaplast s.a. para satisfacer su demanda.
- ✓ Diagnosticar el estado actual en el que se encuentra la mezcla de productos en la empresa Vidaplast s.a. con el método utilizado.
- ✓ Proponer una mezcla optima de productos que aumente la rentabilidad de Vidaplast s.a. y permita satisfacer un porcentaje mayor de la demanda.

⁵ EL CUELLO DE BOTELLA ES EL RECURSO CON CAPACIDAD LIMITADA., ELIYAHU M GOLDRATT, LA META.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta investigación es de tipo descriptivo, ya que se realizara por medio de un análisis detallado de las variables que afectan la rentabilidad de la empresa Vidaplast s.a. de ciénaga.

Para lograr el desarrollo total de la investigación se deben aplicar las herramientas suministradas por la teoría de restricciones, en el lugar establecido como universo de la investigación que para este caso particular es la empresa industrial Vidaplast s.a., las cuales fueron descritas con anticipación y serán de gran importancia para la consecución de los objetivos de esta investigación y de gran relevancia para el progreso y posicionamiento de la organización en cuestión.

Para llevar a cabo esta investigación se procedió a realizar un estudio general de la teoría de restricciones, teniendo en cuenta la relación existente con la contabilidad del trupt para la mezcla de productos, ya que por medio de ellas se puede proponer una solución alternativa para el problema en estudio, para tal fin se consideraron las siguientes fuentes de información:

Fuente Primaria: La principal fuente de información es la proporcionada por la observación en las instalaciones de la planta, la proporcionada por el personal administrativo de la compañía (Ing. Hamilton Franco y Ing. Marta Sánchez), y las charlas o clases magistrales recibidas sobre teoría de restricciones a través de los Ingenieros Vidal Echeverría y Juan Carlos Osorio durante cuarenta horas en el diplomado en Administración de Operaciones ofrecido por la Universidad del Magdalena.

Fuente Secundaria: Para este trabajo se investigo en libros, búsqueda en internet, seminarios encontrados en internet, revistas e investigaciones anteriores con respecto al tema, así como también información encontrada en la biblioteca de la universidad del magdalena.

Además se considera que la investigación tiene como principal factor limitante el poco tiempo transcurrido entre la escogencia del tema de estudio y la presentación del mismo, lo cual debilita la profundidad que el investigador pueda darle al desarrollo de su tesis y

también la limitación de la información que la empresa suministra al investigador, se abstuvieron de entregar una parte de la información que se consideraba necesaria para el desarrollo de la investigación, como lo son los flujogramas de procesos, y cabe resaltar que parte de los datos entregados son de tipo genérico, argumentando que es información de uso privativo de la compañía.

Puede decirse que el tiempo presupuestado para la realización del trabajo es de tres semanas teniendo en cuenta que se cuenta con un mes de anticipación para la entrega del mismo, y que este tiempo estará dividido entre las visitas a la empresa, la identificación del recurso limitante, el diagnóstico del estado actual, y la propuesta de solución o mezcla óptima para contrarrestar el problema.

5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA

SITUACION ACTUAL VIDAPLAST S.A.

Vidaplast s.a. es una empresa del sector industrial que maneja hasta el momento tres líneas de productos, los cuales son:

1. Envase Pet de 250cc.
2. Envase Pet de 1000cc.
3. Bidones de 20lt.

En la actualidad Vidaplast cuenta con tres máquinas para la fabricación de sus tres líneas de productos, y los procesos que se realizan para la obtención de los productos son:

1. **Extrusión:** es un proceso usado para crear objetos con secciones transversales definidas y fijas. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. Las dos ventajas principales de este proceso por encima de procesos manufacturados es la habilidad para crear secciones transversales muy complejas y el trabajo con materiales que son quebradizos, porque el material solamente se encuentra fuerzas de compresión y de cizallamiento. También las piezas finales se forman con una terminación superficial excelente. (Oberg et al. 2000, pp. 1348–1349.)

2. **Inyección:** es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido (o ahulado) en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada. (Bryce 1996)
3. **Soplado:** es un proceso por medio del cual se producen objetos de plástico huecos, como botellas. (wikipedia, moldeo por soplado).

Además es muy valedero decir que para la fabricación de los envases en pet se necesita que la materia prima se procese en la maquina inyectora y luego en la sopladora, obteniendo de esta manera la preforma y el producto final, respectivamente. Cabe destacar que la empresa por políticas de privacidad no pudo proporcionar los flujos de procesos.

DIAGNOSTICO

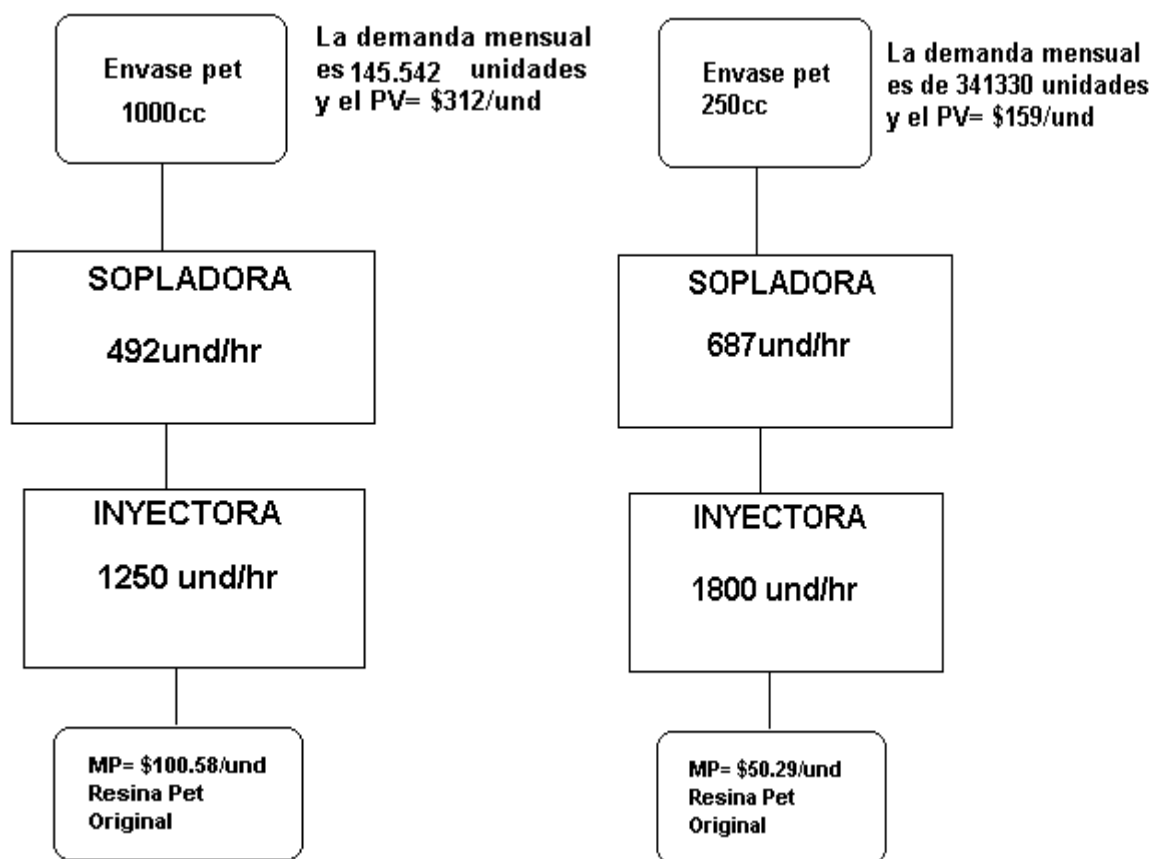
La empresa vidaplast s.a. es una empresa del sector industrial de la ciudad de ciénaga, la cual se dedica a fabricar o producir envases y preformas en pet. La organización trabaja bajo pedido, y utiliza el método PEPS (primeras en entrar, primeras en salir) para la recepción y entrega de sus pedidos, el cual se basa en la suposición de que las primeras unidades en entrar al almacén o la producción serán las primeras en salir, lo cual tiene como ventaja abastecer inicialmente a las organizaciones que conocen nuestro trabajo y nos prefieren entre todo el mercado, fortalece los lazos de fidelización entre proveedores y clientes, también posee como desventaja, abastecer a los clientes que solicitan su pedido primero, sin tener en cuenta el tiempo que se requiere para realizar ajustes y preparativos de las especificaciones de la máquina entre un pedido y otro.

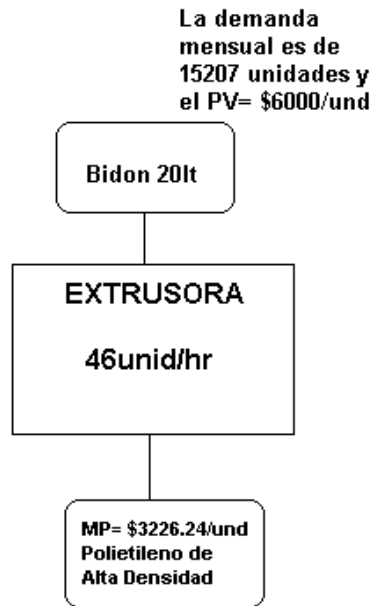
Esta empresa cuenta con: 1 maquina inyectora, 1 maquina sopladora y una maquina extrusora. Teniendo en cuenta que la empresa maneja tres tipos de productos que son: Envases en pet de 250cc, Envases en pet de 1000cc y los bidones de 20lt; hay que destacar que las dos lineas de envases en pet son fabricados por la maquina inyectora y la sopladora respectivamente. la materia prima utilizada para elaborar los envases en pet

es la resina pet original, la cual es importada desde los estados unidos y tiene un costo promedio de 1832 dolar/ton, y la materia prima para fabricar los bidones es polietileno de alta densidad, tambien es importado, y tiene un costo promedio de 1732 dolar/ton. El precio de venta de los productos es de: Envase 250cc= \$159/und, Envase 1000cc= \$312/und y bidon 20lt= \$6000/und; las cantidades de materia prima utilizada por unidad de productos es: Envase 250cc= 14gr/und, Envase 1000cc= 28gr/und y bidon 20lt= 950gr/und.

Los pedidos para el periodo en estudio se presentaron de la siguiente manera, 1) 341330und de 250cc, 2) 15207und de bidones y 3): 145542und de 1000cc, para cumplir con estos pedidos la empresa dispone de dos turnos de 12 hrs/día, y labora 6 días/semana, con lo cual se tiene que la empresa labora 576 hrs/mes, y 34560min/mes.

Lo anteriormente dicho se resume y complementa en las siguientes graficas:





Como se ha mencionado con anterioridad, los bidones se fabrican únicamente en la maquina extrusora (como se muestra en la figura anterior), mientras que los envases de 250cc y 1000cc se fabrican pasando por la inyectora (preformado) y luego por la sopladora (producto final).

El recuso restrictivo es el que más tiempo demora o el que tiene menor capacidad, para el caso en estudio encontramos que:

Inyectora demora: 0.033 min para procesar una unidad de 250cc y 0.048 min en procesar una unidad de 1000cc.

Sopladora demora: 0.087 min para procesar una unidad de 250cc y 0.122 min en procesar una unidad de 1000cc.

Extrusora demora: 0.055 min en procesar un bidón de 20lt.

Por tanto, los tiempos son los siguientes:

Teniendo que la demanda o pedidos para el periodo observado es, en su respectivo orden de: 1) 341330und de 250cc, 2) 15207und de bidones y 3) 145542und de 1000cc.

Entonces hallamos el recurso cuello de botella de la organización:

$$tiempo\ producto = demanada * tiempo\ por\ producto\ en\ maquina$$

Para la inyectora:

$$tiempo\ 250cc\ en\ inyectora = 341330und * \frac{0.033min}{unid} = 11263.89\ min$$

$$tiempo\ 1000cc\ en\ inyectora = 145542und * \frac{0.048min}{und} = 6986,016\ min$$

Para la sopladora:

$$tiempo\ 250cc\ en\ sopladora = 341330und * \frac{0.087min}{unid} = 29695.71\ min$$

$$tiempo\ 1000cc\ en\ sopladora = 145542und * \frac{0.122min}{und} = 17756,124\ min$$

Para la extrusora:

$$tiempo\ bidon\ 20lt\ en\ extrusora = 15207\ und * \frac{1.30min}{unid} = 19769.1\ min$$

Con base en las anteriores formulas podemos indicar que el recurso cuello de botella es la maquina sopladora, debido a que es la que mas tiempo demora para fabricar los productos que se le asignan y en el mes no se alcanzan a cubrir la totalidad de los pedidos, ya que se dispone de 34560min por mes de la maquina y se necesita utilizar 47451.95 min mensuales.

Para el periodo en mención la mezcla de productos que elaboro la empresa fue la siguiente, de acuerdo con el método PEPS:

PRODUCTO	UND. PEDIDAS	TIEMPO DISPONIBLE POR MES (min) EN SOPLADORA
		34560
ENVASE 250cc	341330	29695,71
TIEMPO RESTANTE		4864,29
ENVASE 1000cc	145542	17756,124
TIEMPO FALTANTE		-12891,834
BIDON 20lt	15207	

El pedido de los bidones que fue el segundo en llegar se despacho completo debido a que se fabrican en una solo maquina, la cual tiene capacidad de producir 26584 unidades mensuales y como el pedido es menor se alcanza a abastecer.

Ahora bien tenemos que el primer pedido en llegar fue el de los envases de 250cc, se atendió este pedido y con el tiempo restante se trato de atender el pedido numero tres el de los envases de 1000cc, los cuales no se pudieron abastecer en su totalidad, quedando un saldo pendiente de 105670.77 unidades.

Ahora calculamos la utilidad que le arroja esta mezcla a la empresa, teniendo en cuenta el trput por producto:

$$\text{trput por producto} = (\text{precio venta} - \text{costos variable}) * \text{unidades procesadas}$$

$$\text{trput envase 250cc} = (\$159 - \$50.29) * 341330 \text{ und} = \$37.105.984,3$$

$$\text{trput envase 1000cc} = (\$312 - \$100,58) * 39871,23 \text{ und} = \$8.429.575,45$$

$$\text{trput de bidon 20lt} = (\$6000 - \$3226.24) * 15207 \text{ und} = \$42.180.568,32$$

La empresa mensualmente genera unos gastos operacionales promedios de \$58.541.822 con lo cual la utilidad de la empresa quedaría así:

$$\text{utilidad neta} = (\sum \text{trput por producto}) - \text{gastos operacionales}$$

$$\text{utilidad neta} = (\$37.105.984,3 + \$8.429.575,45 + \$42.180.568,32) - \$58.541.822$$

$$\text{utilidad neta} = \$29.174.306,07$$

Se nota que la empresa estaría recibiendo una utilidad de \$29.174.306,07 en el periodo observado.

MEZCLA ÓPTIMA DE PRODUCTOS

Como ya se identifico líneas arriba que el recurso cuello de botella es la maquina sopladora, ahora pasamos a encontrar la mezcla óptima que la permita a la empresa aumentar se rentabilidad, con base en la contabilidad del trput, esto se logra calculando el trput por producto en el recurso restrictivo:

$$T_{\text{cuello de botella}} = \frac{\text{precio de venta} - \text{costos variables}}{\text{tiempo en la restricción}}$$

$$T_{250cc} = \frac{\$159 - \$50.29}{0.087 \text{ min}} = \$1249.54/\text{min}$$

$$T_{1000cc} = \frac{\$312 - \$100.58}{0.122 \text{ min}} = \$1732,95/\text{min}$$

No se calcula el truput del bidón ya que es un producto no necesita procesarse en el recurso cuello de botella.

Según la contabilidad del truput y los resultados del truput por producto en la restricción, el producto que más genera dinero por minuto es el envase de 1000cc, mandando a un segundo lugar al envase de 250cc.

Ahora encontraremos la mezcla optima, colocando como producto principal al envase de 100cc.

*tiempo envases = demanada * tiempo para envases en la sopladora*

*tiempo 1000cc en sopladora = 145542und * $\frac{0.122min}{und}$ = 17756,124 min*

*tiempo 250cc en sopladora = 341330und * $\frac{0.087min}{unid}$ = 29695.71 min*

Luego de lo anterior nos queda que el tiempo para procesar los envases de 250cc es de 16804min, con lo cual no se logra abastecer la totalidad del pedido, pero si, una gran proporción de este, se abastecerían 193.149 unidades del producto mensual.

PRODUCTO	UND. PEDIDAS	TIEMPO DISPONIBLE POR MES (min) EN SOPLADORA
		34560
ENVASE 1000cc	145542	17756
TIEMPO RESTANTE		16803
ENVASE 250cc	193137,93	16803
TIEMPO FALTANTE		0
BIDON 20lt	15207	

Con esta nueva mezcla los productos se procesarían de la siguiente manera: 145542und de 100cc y 193137und de 250cc, y los bidones se peocesarían en su totalidad 15207und. Calculando los nuevos truput por productos se podrá obtener la nueva utilidad neta:

*truput por producto = (precio venta – costos variable) * unidades procesadas*

PRODUCTO	UND. PROCESADAS	PRECIO DE VENTA	COSTO VARIABLE	TRUPUT POR PRODUCTO
ENVASE 1000cc	145542	312	100,58	30770489,64
ENVASE 250cc	193137,93	159	50,29	20996024,37
BIDON 20lt	15207	6000	3226,24	42180568,32

Con lo cual la empresa obtendría una nueva utilidad de:

utilidad neta = (\sum truput por producto) – gastos operacionales

UTILIDAD NETA = \$93.947.082,33- \$58.541.822

UTILIDAD NETA = \$35.405.260,33

Como consecuencia de la nueva mezcla de productos se recibirá una utilidad de \$35.405.260,33, aumentando en \$6.230954,26 con respecto a la mezcla actual que lleva a cabo la empresa, lo cual significaría un aumento del 21.36% de la rentabilidad de la compañía.

6. CONCLUSIONES

La Teoría de las Restricciones (TOC) es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa, que la considera como un sistema, y que la hace sincronizar su flujo a la capacidad del mismo. A la capacidad del cuello de botella, elemento que determina la verdadera utilidad de la empresa.

El objetivo de toda organización es ganar dinero, satisfaciendo las necesidades de los clientes. Si no se gana cierta cantidad, es porque las restricciones y criterios errados de decisión se lo están impidiendo. Por eso la mezcla optima es la mejor decisión para realizar una programación de la producción así se logra aumentar el grado de satisfacción de los clientes.

Para implementar un modelo de mejora con TOC, se necesita el apoyo de los gerentes trabajando en equipo con todo su personal, si ellos no se involucran y

cambian su pensamiento y el de sus empleados, la estrategia y la meta difícilmente será alcanzada.

La única manera de mejorar el funcionamiento de las empresas a través de la teoría de restricciones, es necesario identificar las restricciones y eliminarlas, siendo este método en muchos casos el más económico.

La teoría de restricciones es una ideología que se fundamenta en el pensamiento sistémico, por esto si se espera que las empresas trabajen bajo este pensamiento, se debe iniciar por cambios en el direccionamiento de la organización, creando campañas de sensibilización que rompan el paradigma en la mente de los directivos y trabajadores sobre las políticas tradicionales.

A través de la mezcla optima se puede lograr un aumento sostenido de utilidad, sin una gran inversión, aumentando en un gran porcentaje el retorno sobre la inversión y convirtiendo a las compañías en más competitivas al disminuir el grado de insatisfacción de los clientes por el incumplimiento de pedidos.

7. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ELIYAHU GOLDRATT, LA META - UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA, 1993.

DESCRIPCION TEORIA DE RESTRICCIONES, ALBA LILIANA ZEA, 2000

TEORIA DE RESTRICCIONES COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA, JULIO FIALLOS SÁNCHEZ, ROSA RADA ALPRECHT, TESIS.

Oberg, Erik; Jones, Franklin D.; Horton, Holbrook L.; Ryffel, Henry H. (2000), *Machinery's Handbook* (26ª ed.), New York: Industrial Press Inc.

Bryce, Douglas M. *Plastic injection molding: manufacturing process fundamentals*. Dearborn: Society of Manufacturing Engineers, 1996.